



RAPPORT LNR 4959-2005

Jømna-vassdraget i Elverum kommune

En undersøkelse av
miljøtilstanden i 2004



Parti fra vestre del av Lisjøen, største innsjøen i Jømna-vassdraget

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge

Postboks 1264 Pirsenteret
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 87 10 34 / 44
Telefax (47) 73 87 10 10

Tittel Jømna-vassdraget i Elverum kommune En undersøkelse av miljøtilstanden i 2004	Løpenr. (for bestilling) 4959-2005	Dato 17. mars 2005
	Prosjektnr. Undernr. O-24155	Sider Pris 29
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik Gösta Kjellberg	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Elverum kommune	Oppdragsreferanse Ø. Mathisen, L. Sæhlie
-------------------------------------	--

Sammendrag

Undersøkelsene viste at Lisjøen og Agsjøen kan karakteriseres som relativt næringsfattige innsjøer med god vannkvalitet (tilstandsklasse II). Konsentrasjonene av total-fosfor var noe høyere enn en ville ha forventet om vannmassene bare var påvirket av naturlige tilførsler. Begge innsjøene er markert humuspåvirket. En stor del av fosforet er dermed bundet til humus og følgelig ikke direkte tilgjengelig for vekst av planteplankton. Siktedypet var relativt lavt i begge innsjøene, vesentlig pga. humuspåvirkningen. Konsentrasjonene av nitrogenforbindelser og tarmbakterier var lave. Jømna-vassdragets elver og bekker kan på bakgrunn av de biologiske feltobservasjonene i august 2004 karakteriseres som generelt lite påvirket av forurensninger. To mindre bekkesig var imidlertid klart forurensset med næringssalter og lettnedbrytbart organisk stoff, og enkelte strekninger var tydelig overgjødset med til dels stor forekomst av fastsittende alger. De resterende delene av vassdraget hadde en flora og fauna i samsvar med forventet naturtilstand. På grunnlag av de kjemiske målingene kan vassdraget betegnes som sterkt humuspåvirket med nøytralt til svakt basisk vann og god bufferevne mot forsuring. Konsentrasjonene av fosfor var ikke spesielt høye sammenlignet med andre humuspåvirkede vassdrag. Nitrogenverdiene var imidlertid til dels høye (tilstandsklasse III-V). Årsaken var avrenning fra dyrka mark eventuelt i kombinasjon med tilførsler fra kloakksystemer samt sig fra søppelfylling og fra separatanlegg i spredt bebyggelse. Konsentrasjonene av tarmbakterier var også relativt høye på flere lokaliteter tilstandsklasse (II-IV).

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Jømna-vassdraget	1. The Jømna water course
2. Elverum kommune	2. The municipality of Elverum
3. Vannkvalitet	3. Water quality
4. Forurensningssituasjonen	4. The pollution situation

Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder

Nils Roar Sæthun
Forskningsleder
ISBN 82-577-4653-3

Øyvind Sørensen
Ansvarlig

Jømna-vassdraget i Elverum kommune

En undersøkelse av miljøtilstanden i 2004

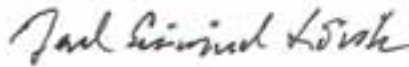
Forord

Denne rapporten omhandler vannkvalitet, biologiske forhold og forurensningssituasjonen i Jømna-vassdraget i 2004.

Prosjektet har vært finansiert av Elverum kommune, og Øyvind Mathisen og Lars Sæhlie har vært kontaktpersoner for oppdragsgiveren. Jarl Eivind Løvik har vært prosjektleder i NIVA.

Feltarbeidet ble utført av Gösta Kjellberg og J.E. Løvik ved NIVA Østlandsavdelingen. Kjellberg har også stått for vurderingene av de biologiske forholdene i selve Jømna med sidebekker. Pål Brettum (NIVA Oslo) og Løvik har analysert henholdsvis planteplankton og dyreplankton. Kjemiske og bakteriologiske analyser ble utført ved LabNett AS (Hamar/Lillehammer) og NIVA's laboratorium i Oslo. Mathisen og Sæhlie i Elverum kommune samt Thor A. Norhagen ved Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen, har bidratt med opplysninger om arealbruk og menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet. Personalet ved NIVA Østlandsavdelingen har stått for utarbeidelsen av rapporten. Samtlige takkes for velvillig samarbeid!

Ottestad, 17. mars 2005



Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Kort beskrivelse av Jømnassdraget	7
1.3 Målsetting	8
1.4 Materiale og metoder	9
2. Resultater og diskusjon	11
2.1 Lisjøen og Agsjøen	11
2.1.1 Siktedyp, vannkjemi og tarmbakterier	11
2.1.2 Planteplankton	13
2.1.3 Dyreplankton	14
2.1.4 Vannvegetasjon	15
2.2 Jømna med sidebekker	16
2.2.1 Biologiske feltobservasjoner	16
2.2.2 Kjemiske og bakteriologiske forhold	17
2.3 Forslag til tiltak	20
3. Litteratur	22
4. Vedlegg	23

Sammendrag

Målsettingen for denne undersøkelsen har vært å vurdere forurensningssituasjonen i elva Jømna med sidebekker samt i de to største innsjøene i vassdraget, Lisjøen og Agsjøen. Undersøkelsen er utført som biologiske feltobservasjoner i selve Jømna og i de viktigste sidebekkene. Samtidig med de biologiske feltobservasjonene ble det samlet inn vannprøver for analyser av generell vannkjemi, næringssalter og tarmbakterier ved 11 lokaliteter i vassdraget. Undersøkelsene i Lisjøen og Agsjøen ble utført som enkle limnologiske undersøkelser med observasjoner av siktedyp, analyser av generell vannkjemi, næringssalter, hygienisk/bakteriologiske forhold samt plante- og dyreplankton.

Lisjøen og Agsjøen

Resultatene av undersøkelsene tydet på at Lisjøen og Agsjøen kan karakteriseres som relativt næringsfattige innsjøer med god vannkvalitet, dvs. tilstandsklasse II i henhold til SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Konsentrasjonen av total-fosfor var noe høyere enn en ville ha forventet om vannmassene bare var påvirket av naturlige tilførsler. Begge innsjøene er imidlertid markert humuspåvirket, og mye av fosforet er derfor lite tilgjengelig for vekst av planteplankton (alger). Dette gjelder i særlig grad Agsjøen, som hadde høyest konsentrasjon av fosfor, men som også kan karakteriseres som sterkt humuspåvirket. Humusforbindelsene som gir vannet den karakteristiske brunfargen, bidro til at siktedypet var relativt lavt. Humusen begrenser også lystilgangen for vekst av planteplankton og vannplanter. Konsentrasjonene av nitrogenforbindelser var relativt lave i både Lisjøen og Agsjøen.

Så vel mengden som sammensetningen av planteplankton var i det alt vesentlige typisk for næringsfattige (oligotrofe) vannmasser for begge innsjøenes vedkommende. Sammensetningen av dyreplanktonet var karakteristisk for næringsfattige innsjøer med et markert til sterkt predasjonspress (beitepress) fra planktonspisende fisk som abbor og mort. Vannet i Lisjøen og i Agsjøen var svakt surt og hadde god bufferevne mot forsuring. Bufferevnen var likevel noe dårligere i Agsjøen enn i Lisjøen. Agsjøen har store gruntområder med til dels velutviklede bestander av siv og vannvegetasjon.

Elver og bekker

Jøma-vassdraget består av selve hovedelva Jømna samt 4 større tilløpsbekker: Nistilen, Horna, Vesle-Jømna og Agåa. På grunnlag av de biologiske feltobservasjonene kan vassdraget betegnes som generelt lite påvirket av forurensninger da undersøkelsen ble gjennomført i august 2004. Det ble ikke observert større elve- eller bekkestrekninger som var direkte forurenset, dvs. med synlig heterotrof begroing (sopp og bakterier) og vond lukt. Det ble heller ikke observert strekninger med skadeeffekter av miljøgifter f.eks. i form av manglende flora eller fauna, eller strekninger med død fisk eller døde bunndyr. Videre fant vi heller ikke elve- eller bekkestrekninger som var negativt påvirket av forsuring.

Et lite bekkesig ved Horndalen og utløpet av Horna fiskeanlegg var markert forurenset med næringssalter og lettnedbrytbart organisk stoff (vannkvalitetsklasse III). Videre var følgende deler av vassdraget lite til moderat påvirket av næringssalter og lettnedbrytbart organisk stoff (vannkvalitetsklasse I-II): Horna på en strekning i Horndalen og på strekningen nedstrøms utløpet fra Horna fiskeanlegg, utløpet fra Stortjernet, nedre delen av Holtomsbekken samt den ca. 6 km lange nederste strekningen av selve Jømna. Disse strekningene var synlig overgjødset, noe som gav seg utslag i til dels stor forekomst av fastsittende alger (grønske). De resterende delene av vassdraget hadde rentvannskaraktter med flora og fauna i samsvar med forventet naturtilstand (vannkvalitetsklasse I).

Jømna-vassdraget er sterkt humuspåvirket som følge av naturlig tilførsel av humusrikt vann fra myr- og skogområdene i nedbørfeltet. Vannet var nøytralt til svakt basisk, relativt saltrikt og hadde meget god bufferevne mot forsuring ved målingene i august 2004. Konsentrasjonene av total-fosfor og total-

nitrogen tilsvarte henholdsvis tilstandsklasse I-III ("meget god" - "mindre god tilstand") og III-V ("mindre god" - "meget dårlig tilstand"). Konsentrasjonene av fosfor var ikke spesielt høye sammenlignet med andre humuspåvirkede vassdrag i regionen, men de til dels høye nitrogenverdiene på flere av lokalitetene skyldtes antagelig i stor grad avrenning fra dyrka mark og jordbruksaktiviteter eventuelt i kombinasjon med tilførsler fra kloakksystemer eller sig fra separatanlegg i spredt bebyggelse. De høyeste konsentrasjonene av nitrogen-forbindelser ble målt i Nistilen ved Hernes, Hagabekken nedstrøms Sætre/Sørskogbygda, Nistilen like før samløp med Horna og i selve Jømna ca. 2 km før den renner ut i Glomma; dvs. der vassdraget drenerer større jordbruksområder. Søppelfyllingen ved Hornmoen og utslippet fra kloakkrenseanlegget i Sørskogbygda har sannsynligvis også bidratt noe til de høye nitrogenverdiene henholdsvis i nedre del av Nistilen og i Hagabekken.

I et vassdrag som Jømna er næringssaltene i betydelig grad bundet i organisk materiale (humus). Forhøyede verdier av fosfor og nitrogen fører derfor ikke nødvendigvis til noen markert økning av algeveksten, men er heller et uttrykk for økt næringstilgang for bakterier, bunndyr og dyreplankton (i innsjøene). Dette er en vesentlig årsak til at en får noe dårligere vannkvalitetsklasser når en karakteriserer vannet på grunnlag av kjemiske målinger ved et gitt tidspunkt, enn når tilstanden vurderes på grunnlag av biologiske observasjoner.

Det ble påvist tarmbakterier på alle prøvelokalitetene, og bakterietallene var relativt høye på flere av lokalitetene (tilstandsklasse II-IV). Dette viser at vassdraget var markert påvirket av kloakk og/eller sig fra husdyrgjødsel eller eventuelt avføring fra andre varmblodige dyr. Det er mulig at forekomst av bever kan ha bidratt noe til den dårlige hygieniske vannkvaliteten, i hvert fall i deler av vassdraget. Jømnavassdraget og spesielt sidebekkene har relativt liten vannføring. Dermed skal det lite til av fekal forurensning før det gir seg klare utslag i til dels høye bakterietall.

Forslag til tiltak

En forutsetning for at Jømna-vassdraget med sidebekker og innsjøer skal kunne ha akseptabel vannkvalitet, god biologisk status og tilstrekkelig selvrensingsevne, er at tilførselene av næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff ikke øker. Tilførselene av slike stoffer til Horna i Horndalen og til nedre del av Holtomsbekken bør reduseres. Det er viktig at de forurensningsbegrensende tiltakene som er satt i verk i nedbørfeltet, videreføres og forbedres. Tilstand og funksjon på en del separatanlegg i spredt bebyggelse bør sannsynligvis forbedres, og en bør vurdere å knytte flere husstander til de kommunale avløpsnettene der det er teknisk/økonomisk mulig.

Det er videre viktig at jordbruket opprettholder årvåkenhet mot utslipp og gjennomfører tiltak for å hindre akuttutslipp og lekkasjer fra gjødselkjellere, melkerom, siloanlegg, frittliggende deponier med gjødsel og utfôrplasser. Det er også viktig å bevare eller reetablere kantvegetasjon langs vassdraget. Dette vil kunne bidra til å redusere transporten av jordpartikler og næringssalter til vassdraget og til å redusere vektsten av grønske. Samtidig produserer kantvegetasjonen organisk materiale som kan bli næring for bunndyr og fisk. Det bør ikke tas ut mer vann til jordvanning enn at biologisk mangfold og forsvarlig fortynningsevne kan opprettholdes.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I mars 2004 ble det holdt et miniseminar i Elverum med representanter for flere av kommunene i regionen, Jordforsk og NIVA. Temaet for seminaret var lokaltilpassede vassdragsundersøkelser, avløpsløsninger i områder med spredt bosetting m.m. I etterkant av seminaret ble NIVA Østlandsavdelingen kontaktet av representanter for Elverum kommune for å diskutere et opplegg for en vassdragsundersøkelse i 2004. I et møte mellom Elverum kommune (Øyvind Mathisen og Lars Sæhlie) og NIVA Østlandsavdelingen (Gösta Kjellberg og Jarl Eivind Løvik) den 31. mars 2004 ble opplegget for en undersøkelse av Jømna-vassdraget nærmere konkretisert. Kontrakt for undersøkelsen ble undertegnet av Elverum kommune den 14. mai 2004 og av NIVA den 8. juni 2004.

1.2 Kort beskrivelse av Jømnavassdraget

Jømna-vassdraget drenerer et ca. 235 km² stort område øst for Glomma i Elverum kommune (Figur 1). Nedbørfeltet ligger i all hovedsak i høydesonen ca. 170-550 moh. og er dominert av barskog. Det er lite innsjøer i vassdraget. De største er Lisjøen (0,92 km², 316 moh.) og Agsjøen (0,26 km², 349 moh.).

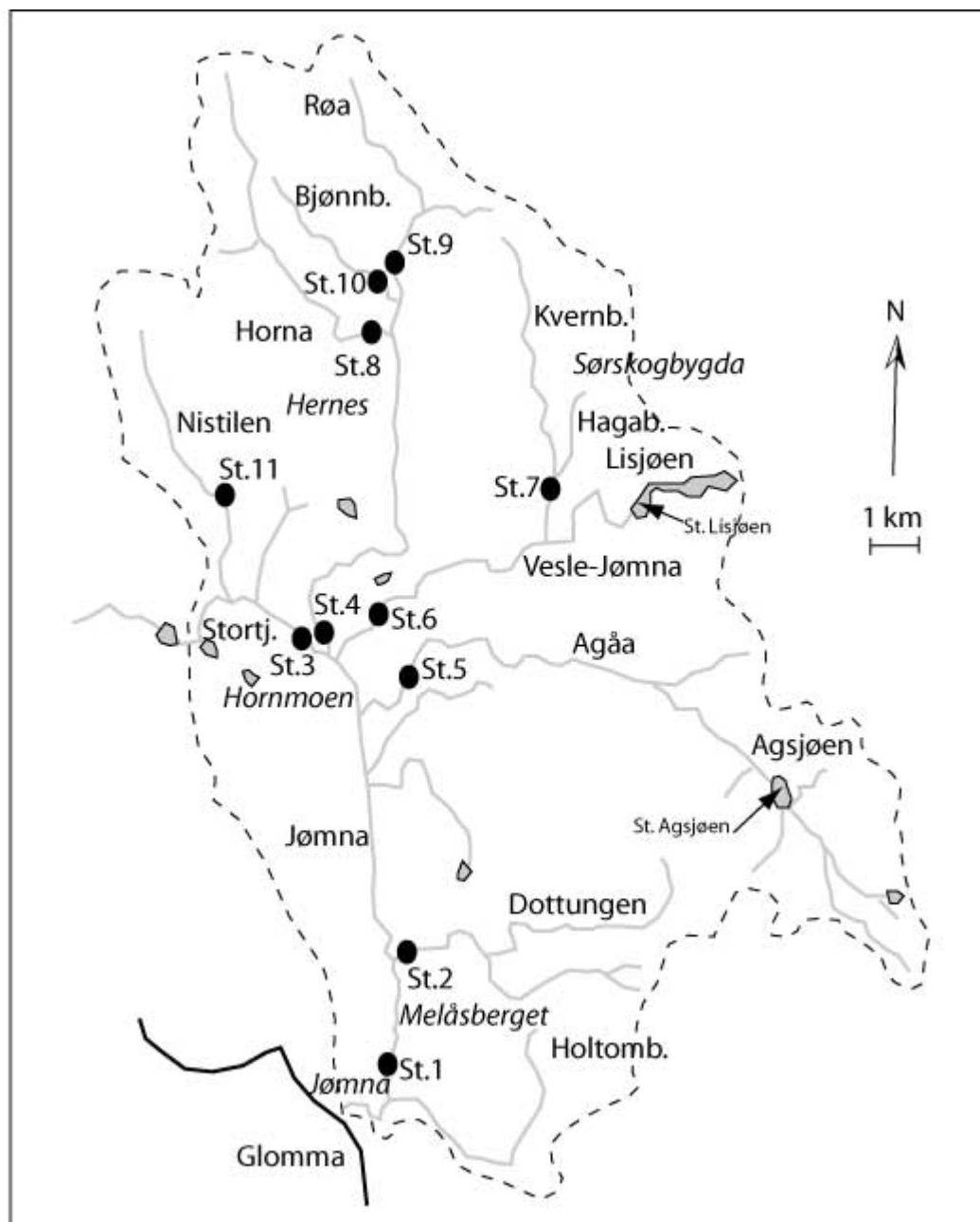
Geologien i området er beskrevet av Goffeng (1974) og Bargel (1983). Nedbørfeltet ligger innenfor det sør-norske grunnfjellsområdet, og berggrunnen er dominert av gneis og granitt, dvs. bergarter som har liten evne til å løse ut salter til vannfasen. Nordvest i nedbørfeltet (Hovinberget og Moberget) fins kvartsitt og feltspatisk sandstein. Dette er deler av sydgrensa for det såkalte skyvedekket i den kaledonske fjellkjede med ikkeomdannede sedimentbergarter (sparagmitter). Disse bergartene ligger oppå et lag med mørke kambro-ordovisiske skifre og kalksteiner som er blottlagt bl.a. i liene ved Hernes, og som tilfører vannet mer løste salter (bl.a. kalsium) enn de forannevnte bergartene. Gabbroide bergarter (grunnfjellsbergarter, men yngre enn granittene og gneisene) er synlige som høydedrag i terrenget mange steder, bl.a. i områdene Hernes/Finstad, Sætre, Storberget og Nøtåsberget. I sørvest (Bjørnåsen-Furuknappen) består berggrunnen av rhyolitt. De to sistnevnte bergartene gir også grunnlag for mer saltrik avrenning.

I de nordøstre delene av nedbørfeltet er berggrunnen dekket av til dels mektige moreneavsetninger. I et bredt belte langs vestsiden av hovedvassdraget består løsmassene av vindavsetninger (eoliske avsetninger). Nord for Stortjernet og ved Melåsberget finnes betydelige breelvavsetninger (glasifluviale avsetninger), og ned mot Glomma, ved Jømna, passerer elva gjennom elveavsetninger (fluviale avsetninger). I resten av nedbørfeltet dominerer morene av varierende mektighet. Det finnes betydelige arealer med torv- og myrdannelser, f.eks. Årtjernskjølen ved Hornmoen. Disse variasjonene i geologiske forhold er med på å prege vannkvaliteten i Jømna med sidebekker.

De største jordbruksarealene ligger i nord (Hernes, Finstad, Horndalen), nordøst (Sætre, Sørskogbygda) og sør (Melåsberget-Jømna). Disse områdene er også de som har mest bosetting. Bebyggelsen i nordvest (Hernes-området) er tilknyttet det sentrale kloakkrenseanlegget i Elverum med utslipp til Glomma, og Sørskogbygda har eget renseanlegg med utslipp til Hagabekken. Jømna har også eget renseanlegg, med utslipp til Glomma. Den øvrige bebyggelsen ligger spredt og har separate kloakkløsninger.

På Hornmoen ligger en gammel, relativt stor kommunal søppelfylling. Det deponeres ikke avfall der lenger, men området brukes i forbindelse med gjenvinning samt kompostering av husholdningsavfall og behandling av kloakkslam. Ved siden av fyllingen er det en oppsamlingsplass for bilvrak. Aktivitetene på Hornmoen har trolig hovedsakelig avrenning til grunnen og til Stortjernet. Det finnes ett fiskeoppdrettsanlegg (Horna) i området, men dette har for tiden liten produksjon. Bjølset caravan

på Jømna produserer campingvogner. Bedriften har relativt lite vannforbruk og avløp til Jømna renseanlegg. Forøvrig er det lite industrivirksomhet i nedbørfeltet.



Figur 1. Oversikt over Jømna-vassdraget med prøvestasjoner.

1.3 Målsetting

Målsettingen for undersøkelsen har vært å vurdere forurensningssituasjonen i elva Jømna, i tilrennende elver og større bekker samt i de to største innsjøene i vassdraget, Lisjøen og Agsjøen.

Det skulle utarbeides fargekart som visualiserer vannkvalitetsklasse, forurensningsgrad og biologisk status i de ulike vassdragsavsnittene ved befaringstidspunktet. Videre skulle en lokalisere og vurdere eventuelle åpenbare forurensningskilder, samt gi forslag til avbøtende tiltak og andre tilrådninger dersom dette syntes nødvendig.

1.4 Materiale og metoder

Undersøkelsen i Jømnavassdragets elver og bekker ble utført som biologiske feltobservasjoner i sommersesongen. Som støtte for de biologiske observasjonene ble det dessuten samlet inn vannprøver fra et utvalg lokaliteter 1 gang, dvs. samtidig med den biologiske befaringen. Plassering av prøvestasjonene er vist i Figur 1, og UTM-koordinater er gitt i Tabell 1. Prøvene ble analysert etter akkrediterte metoder på pH, alkalitet, ledningsevne (konduktivitet), turbiditet, fargetall, total fosfor (tot-P), total nitrogen (tot-N) og fekale indikatorbakterier dvs. "tarmbakterier" (her *E. coli*).

Undersøkelsene i innsjøene ble utført som enkle limnologiske undersøkelser; 3 prøver under ved en stasjon i Lisjøen månedlig i perioden juli-september og 1 prøverunde ved en stasjon i Agsjøen den 10. august 2004. Blandprøver fra det øvre, varme vannsjiktet (0-5 m i Lisjøen og 0-2 m i Agsjøen) ble analysert på de samme målevariabler som for elveprøvene samt klorofyll-*a* (mål på algemengde, dvs. mengden planteplankton). I tillegg ble planteplanktonets artssammensetning og mengde bestemt ved mikroskopering. Dyreplanktonets artssammensetning ble analysert i håvtrekkprøver. Siktedyp og vanntemperaturen (vertikalserie) ble også målt hver gang.

Tabell 1. Prøvestasjoner for vannprøver samt biologiske prøver i innsjøene. UTM-koordinater er gitt; M-711-serien, Kartblad 2016-I og 2016-IV, sonebelte 32 V.

		UTM øst-vest	UTM nord-sør
St. 1	Jømna ved Rv 3	64780	674445
St. 2	Dottungen ved Sagbakken	64785	674710
St. 3	Nistilen ved Lykkja, før samløp Horna	64520	675360
St. 4	Horna ved Lykkja, før samløp Nistilen	64555	675355
St. 5	Agåa ved Nysætra	64735	675290
St. 6	Vesle-Jømna ved bru vest for Svarttjernet	64645	675425
St. 7	Hagabekken ved Brennfeltet, etter samløp Kvernbekken	65005	675745
St. 8	Horna ved Rv. 25	64615	676025
St. 9	Røa ved Røbru	64590	676165
St. 10	Bjørnbekken ved bru oppstrøms samløp Røa	64570	676140
St. 11	Nistilen ved Hernes	64205	675700
	Lisjøen, vestre basseng	65190	675700
	Agsjøen	65550	675150

Vannkvaliteten i vassdraget ble klassifisert på grunnlag av vannkjemiske og hygienisk/bakteriologiske forhold i henhold til SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997).

De biologiske feltobservasjonene i Jømna med sidebekker ble utført 17.- 18. august. Resultatene er beskrevet nedenfor samt visualisert i en fargefigur (Figur 4). Ved de biologiske feltobservasjonene har vi vurdert forurensningssituasjonen ut fra biologisk tilstand. Det er i hovedsak observasjoner av begroingsorganismer og makrobunndyr i stryk- og fosspartier som er lagt til grunn for vurderingene av forurensningssituasjonen og den biologiske status, men vi har også benyttet oss av vannplanter i mer stilleflytende partier. Metodikken er den samme som ved tilsvarende biologiske feltobservasjoner i forbindelse med overvåking av tilløpselver til Randsfjorden (Løvik og Kjellberg 2004), Mjøsa (Kjellberg 2004a) og Storsjøen i Odal (Kjellberg 2004b). Ved vurdering av eventuell

forurensningspåvirkning har vi benyttet vurderingsnormer gitt av Brettum (1989), Bækken og Kjellberg (2004) og Lindstrøm et al. (2004). Et forslag til vurderingsgrunnlag med hensyn til om tilstanden (biologisk status) i vassdraget er akseptabel eller ikke er gitt i Tabell 2. Vi bør imidlertid nevne at det høyst sannsynlig vil bli satt strengere krav til miljøkvaliteten i Jømna-vassdraget når EU's vanddirektiv (2000) blir operativt i Norge. Direktivet forutsetter at alle vannforekomster i 2015 skal ha god økologisk status. Det arbeides nå på nasjonalt og internasjonalt nivå med å konkretisere hva som menes med god økologisk status, men sannsynligvis vil vannkvalitetsklasse II (jfr. Tabell 2, Figur 4) bli vurdert som "moderat", dvs ikke-akseptabel økologisk status. En kortfattet beskrivelse av vurderingssystemet med referanser er gitt i vedlegget.

Jømna hadde lav til middels stor vannføring da de biologiske feltobservasjonene ble utført, og det var også vann i de fleste av de mindre bekkene som i lengre tørkeperioder normalt går tørre. Unntak var her utløpsbekken fra Stortjernet som på det nærmeste hadde tørket ut. Årsaken til at det var relativt god vannføring, var at det hele sommeren hadde vært jevnt fordelt nedbør og flere tilfeller med relativt høy vannføring. Det var også lite uttak til og behov for jordvanning i 2004. Stor vannføring gir økt fortynningsevne, det vil si at resipientkapasitet øker, særlig i mindre vassdrag som Jømna-vassdraget. De biologiske feltobservasjonene utføres fortrinnsvis i vegetasjonsperioden etter en lengre periode med lav vannføring. Årsaken til dette er at i slike perioder er fortynningsevnen lav, og de biologiske effektene av forurensning blir mer synlige, samt at kilder til lokalbettinget forurensning er lettere å identifisere. Foreliggende resultater gir derfor et noe bedre bilde av forholdene i Jømna-vassdraget enn om de biologiske feltobservasjonene hadde blitt utført etter en lengre periode med lav vannføring.

Tabell 2. Vurderingsgrunnlag for Jømna-vassdraget

Lokalitetstype	Akseptabel tilstand
Alle elver samt de større bekker som avvanner skogområder.	Forurensningsklasse I (blå markering) og klasse I-II (blågrønn markering).
Småbekker som avvanner skogområder.	Forurensningsklasse I (blå markering) og klasse I-II (blågrønn markering)
Bekker i bebygde områder og/eller i jordbruksområder.	Forurensningsklasse II (grønn markering) eller bedre.

2. Resultater og diskusjon

2.1 Lisjøen og Agsjøen

2.1.1 Siktedyp, vannkjemi og tarmbakterier

Resultatene av de kjemiske og hygienisk/bakteriologiske målingene samt siktedypsmålingene er gitt i Tabell 3, og en klassifisering av tilstanden i henhold SFT's vannkvalitetskriterier er vist i Figur 2.

Tabell 3. Resultater av vannkjemiske og hygienisk/bakteriologiske målinger samt siktedypsmålinger i Lisjøen og Agsjøen sommeren 2004. Tilstandsklasser i henhold til SFT's vannkvalitetskriterier (SFT 1997) er også gitt.

		Lisjøen					Agsjøen	
		26.07.2004	10.08.2004	29.09.2004	Middel	Tilst.kl.	10.08.2004	Tilst.kl.
pH		6,5	6,5	6,6	6,53	I	6,4	II
Alkalitet	mmol/l	0,113	0,122	0,130	0,122	II	0,087	II
Kond.	mS/m	3,14	3,12	3,22	3,16		2,18	
Turbiditet	F.N.U.	1,2	1,4	1,6	1,4	III	0,96	II
Fargetall	mg Pt/l	47	49	42	46	IV	101	V
Tot-P	µg P/l	9,8	9,8	8,1	9,2	II	12,6	III
Tot-N	µg N/l	369	334	318	340	II	336	II
E. coli	ant./100 ml	2	0	2	1	I	2	I
Klorofyll-a	µg/l	4,4	4,1	3,0	3,8	II	3,2	II
Siktedyp	m	3,2	3,7	3,2	3,4	III	2,1	III

Alkaliteten er et mål på vannets evne til å motstå endringer i surhetsgraden (pH) ved forsurening (bufferevnen). Konduktiviteten er et mål på konsentrasjonen av løste salter, vannets fargetall på graden av humuspåvirkning, mens turbiditet er et mål på partikkelmengden i vannet. Karakterisering av vannkvaliteten i innsjøer bør fortrinnsvis gjøres på grunnlag av flere målinger gjennom vekstsesongen, f.eks. en gang pr. måned i perioden mai-oktober. Beskrivelsen nedenfor er basert på kun 3 observasjoner i Lisjøen og 1 observasjon i Agsjøen. Dette innebærer at usikkerheten i vurderingene er betydelig særlig for Agsjøens vedkommende (jfr. Faafeng og Fjeld 1996). Variasjonene i måleresultatene fra Lisjøen for perioden juli-september var relativt små. Vi mener at målingene gir en grov, men likevel rimelig god pekepinn på miljøtilstanden i de to innsjøene.

Vannet i Lisjøen og i Agsjøen var svakt surt og hadde relativt god bufferevne mot forsurening, dvs. tilstandsklasse I-II med hensyn til forsurende stoffer. De lave konduktivitetsverdiene viste at begge innsjøene hadde lave konsentrasjoner av løste salter. Lisjøens og Agsjøens vannmasser hadde henholdsvis høy og meget høy konsentrasjon av humussyrer med fargetall på henholdsvis ca. 45 mgPt/l og ca. 100 mgPt/l. Vannet var med andre ord markert brunfarget, spesielt i Agsjøen. Dette skyldes tilførselene av humusrikt vann fra myr- og skogområdene i nedbørfeltet.

Siktedypet bestemmes av vannets innhold av uorganiske og organiske partikler samt løste organiske forbindelser (humussyrer). I produktive innsjøer er gjerne algeveksten bestemmende for siktedypet, mens det f.eks. i innsjøer med mye myr og skog i nedbørfeltet vanligvis er graden av humuspåvirkning som er avgjørende. I forbindelse med store nedbørmengder og flommer kan siktedypet også reduseres på grunn av utvasking av erosjonspartikler fra nedbørfeltet. Begge innsjøene hadde relativt lavt siktedyp, tilsvarende tilstandsklasse III ("mindre god tilstand"). Dette er nok i hovedsak naturlig

betinget og skyldes først og fremst humuspåvirkningen, spesielt for Agsjøens del. Et betydelig partikkelinnhold (jfr. turbiditeten) bidrar også til å redusere siktedypet i Lisjøen.

Lokalitet og år	pH	Alk	Turb	Farge	Siktedyp	Tot-P	Tot-N	Klorofyll	Tarmbakt	Samlet
Lisjøen 2004										
Agsjøen 2004										

Klasse I "Meget god" tilstand		Klasse IV "Dårlig" tilstand	
Klasse II "God" tilstand		Klasse V "Meget dårlig" tilstand	
Klasse III "Mindre god" tilstand			

Figur 2. Tilstandsklasser for Lisjøen og Agsjøen i 2004, basert på vannkjemiske og hygienisk/bakteriologiske målinger samt siktedyp. Klassifisering i henhold til kriterier gitt av SFT (1997).

Fosfor er det næringssaltet som vanligvis er begrensende for algeveksten i innsjøer. Økt tilførsel av fosfor f.eks. fra kloakk, jordbruksavrenning eller fra industri vil derfor som regel føre til økt vekst av planteplankton og/eller fastsittende alger og vannvegetasjon i strandsonen. I en del situasjoner kan imidlertid algeveksten være begrenset av tilgangen på løste nitrogenforbindelser. I Lisjøen og Agsjøen må en regne med at det er fosfor som er begrensende næringssalt for algeveksten (jfr. Faafeng et al. 1991). Klorofyll-*a* er et grovt mål på mengden planteplankton (alger) i de frie vannmasser.

På grunnlag av analyseresultatene av total-fosfor (tot-P), total-nitrogen (tot-N) og klorofyll-*a* kan Lisjøen betegnes som en næringsfattig (oligotrof) innsjø med god vannkvalitet (tilstandsklasse II). Konsentrasjonene av fosfor var muligens litt høyere enn det en ville ha forventet om innsjøen kun hadde vært påvirket av "naturlige" tilførsler (jfr. SFT 1995). I en så humuspåvirket innsjø som Lisjøen vil imidlertid en stor del av fosforet være bundet til humusforbindelser slik at det bare i begrenset grad er direkte tilgjengelig for vekst av planteplankton. Dessuten reduserer humusen tilgangen på lys som trengs for planteplanktonets produksjon (primærproduksjonen). Algemengden målt som klorofyll-*a* var derfor relativt lav, men likevel litt høyere enn det en ville ha forventet i en typisk "upåvirket" skogssjø (SFT 1995). Dette indikerer at innsjøen er noe påvirket av tilførsler av næringssalter fra menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet. Konsentrasjonene av nitrogenforbindelser var lave.

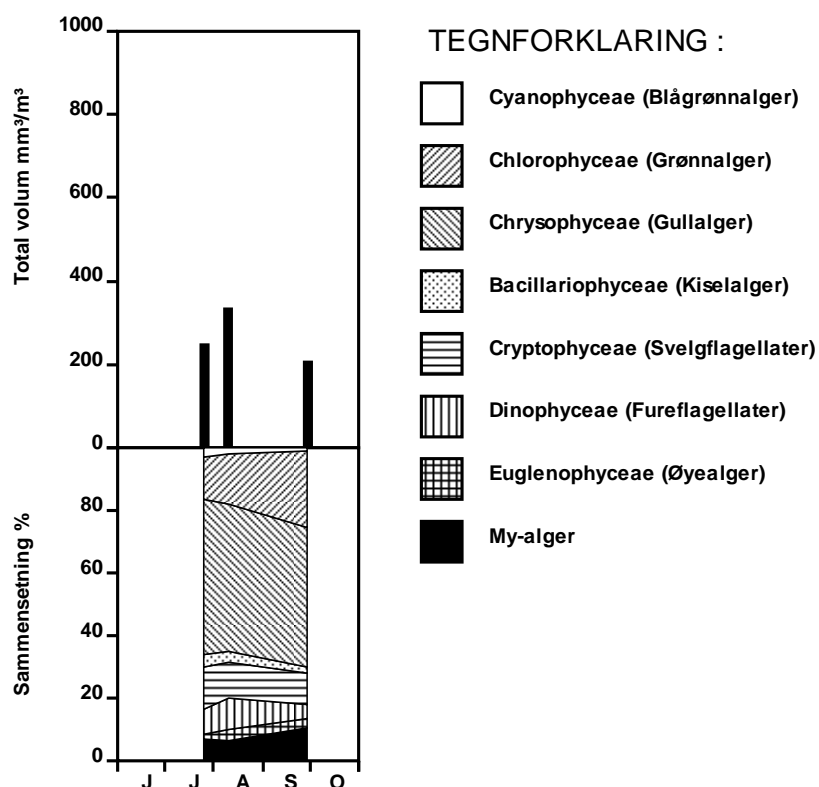
Konsentrasjonen av total-fosfor i Agsjøen var relativt høy (tilstandsklasse III) og tilsvarer middels næringsrike vannmasser (jfr. Faafeng et al. 1991). Fosforet i Agsjøens vannmasser er imidlertid i minst like stor grad som i Lisjøens bundet til humusforbindelser. Det vil si at mye av fosforet er lite tilgjengelig for vekst av planteplankton. Fosfor knyttet til humusforbindelser, dødt organisk materiale og bakterier kan imidlertid være viktig for vekst av bunndyr og dyreplankton i innsjøen. Mengden planteplankton målt som klorofyll-*a* var relativt beskjeden og innenfor et nivå som er karakteristisk for næringsfattige (oligotrofe) innsjøer. Også i Agsjøen begrenses veksten av dårlig lystilgang. Konsentrasjonen av nitrogenforbindelser var lav.

Mengden fekale indikatorbakterier (*E. coli*) var lav i begge innsjøene. Dette indikerer at de øvre vannmassene var lite påvirket av tilførsler av fersk fekal forurensning som f.eks. lekkasjer fra kloakksystemer, sig fra husdyrgjødsel eller avføring fra andre varmblodige dyr.

2.1.2 Planteplankton

Resultatene av algetellingene er gitt i artslister i vedlegget. Totalvolumene og fordelingen på hovedgrupper i Lisjøen er vist i Figur 3. Mengden og sammensetningen av alger (planteplankton) gir et godt bilde på en innsjøes status med hensyn til næringssalter (trofigraden). Med økende algemengder endres som regel også sammensetningen av planktonet, og forekomsten av grupper og arter av alger brukes derfor som indikasjon på innsjøenes næringsstatus (Brettum 1989). Planteplanktonet er følsomt for endringer i innsjøenes næringssaltbelastning.

Mengden planteplankton i Lisjøen var lav og på nivå med det som er vanlig i næringsfattige (oligotrofe) innsjøer, med maksimalvolum og gjennomsnittsvolum på henholdsvis 336 mm³/m³ og 264 mm³/m³.



Figur 3. Mengder og sammensetning av planteplankton i Lisjøen i juli-september 2004. Totalvolumer er gitt i mm³/m³ = mg/m³ våtvekt.

Planteplanktonet i Lisjøen var dominert av gruppene gullalger, grønnalger og svelgflagellater. Følgende arter/grupper representerte størst andel av biomassen: Gullalgene små og store chrysomonader samt *Mallomonas allorgei*, grønnalgene *Botryococcus braunii* og *Monoraphidium griffithii*, svelgflagellatene *Cryptomonas* sp. og *Katablepharis ovalis* samt fureflagellaten *Gymnodinium* cf. *uberrimum*. Sammensetningen er i det alt vesentlige karakteristisk for næringsfattige (oligotrofe) innsjøer. Forekomst av arter som gullalgene *Dinobryon sociale* og *Mallomonas* cf. *crassisquama* samt kiselalgen *Stephanodiscus hantzschii* indikerte imidlertid at vannmassene var noe

påvirket av økt næringssalttilførsel, dvs. nærmere grensen mot middels næringsrike (oligomesotrofe) vannmasser.

Mengden planteplankton (totalt algevolum) i Agsjøen den 10. august ble beregnet til 327 mm³/m³ (=327 mg/mm³ våtvekt). Planteplanktonet var dominert av små og store chrysomonader (gullalger), svelgflagellatene *Cryptomonas* sp. og ubestemte cryptomonader, ubestemte my-alger, fureflagellaten *Gymnodinium* cf. *uberrimum* samt grønnalgen *Crucigenia tetrapedia*. Så vel mengden planteplankton som sammensetningen av planteplanktonet er karakteristisk for næringsfattige (oligotrofe) innsjøer.

2.1.3 Dyreplankton

Resultatene av analysene av dyreplanktonets sammensetning i håvtrekkprøver fra Lisjøen og Agsjøen er gitt i Tabell 4. Lengder av de dominerende vannloppeartene er gitt i Tabell 5.

Tabell 4. Kvalitativ sammensetning av dyreplankton i Lisjøen og Agsjøen i 2004, basert på vertikale håvtrekk (maskevidde 60 µm).

+ = sjelden/få individer, ++ = vanlig, +++ = rikelig/dominerende

Grupper/arter	Innsjø	Lisjøen			Agsjøen
	Dyp Dato	0-10 m 26.7.04	0-10 m 10.8.04	0-10 m 29.9.04	0-4 m 10.8.04
Hjuldyr (Rotifera):					
Keratella hiemalis			+		
Keratella cochlearis		++	++	+++	
Kellicottia longispina		+++	+++	++	++
Asplanchna priodonta		+	+	+	
Synchaeta sp.				+	
Polyarthra spp.		+++	++	+++	++
Conochilus spp.		++	++	+	++
Hoppekreps (Copepoda):					
Heterocope appendiculata		++	++	+	++
Acanthodiaptomus denticornis					+
Eudiaptomus gracilis		+++	+++	+++	
Cyclops scutifer		++	+	+	+
Mesocyclops leuckarti					++
Thermocyclops oithonoides		+++	+++	+++	+++
Cyclopoide nauplier ubest.		+++	+++	+++	+++
Vannlopper (Cladocera):					
Leptodora kindtii		+	+		
Diaphanosoma brachyurum					+++
Limnospira frontosa		++	++		
Holopedium gibberum			+	+	+++
Daphnia longispina					+
Daphnia cristata		++	++	+	+
Ceriodaphnia quadrangula		+			
Bosmina longispina		++	++	++	+
Bosmina longirostris		+	+	++	
Alona sp.					+

Dyreplanktonets artssammensetning og mengde kan gi informasjon om en innsjøes næringsstatus, graden av predasjon ("beiting") fra planktonspisende fisk, eventuelle forsurelseffekter og effekter av miljøgifter m.m. Sammensetningen kan også gi informasjon om hvor effektivt dyreplanktonet kan forventes å beite på planteplanktonet i innsjøen; dvs. det kan gi indikasjoner på innsjøens

”selvrensingsevne” i forhold til økt algevekst. Større arter av vannloppeslekten *Daphnia* er regnet som de mest effektive algebeiterne, men også en art som gelekrepsen *Holopedium gibberum* kan være en viktig algebeiter. Sterk predasjon fra planktonspisende fisk som mort og abbor fører ofte til at dyreplanktonet blir dominert av små arter og former, og at andelen effektive algebeitere blir mindre (Hessen et al. 1995).

Dyreplanktonet i Lisjøen hadde en normal sammensetning der alle hovedgrupper var representert. Det var dominert av arter som er vanlige i et relativt vidt spekter av innsjøtyper fra næringsfattige til noe mer næringsrike lokaliteter. En art som indikerer næringsfattige forhold, *Holopedium gibberum*, ble påvist, riktig nok i lite antall. Videre var dyreplanktonet dominert av småvokste arter som tåler hardt predasjonspress fra planktonspisende fisk (jfr. Tabell 5), f.eks. den calanoide hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis*, vannloppene *Daphnia cristata*, *Bosmina longispina* og *Bosmina longirostris*, samt cyclopoide hoppekreps. Dette tyder på et sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk (her først og fremst mort og abbor) i innsjøen. Det ble funnet relativt mange individer av vannloppen *Limnospila frontosa* i juli og august, en art som i Norge har sin utbredelse begrenset til de sørøstlige delene av landet. Arten synes imidlertid å ha ekspandert i sin utbredelse i de siste 10-årene (Jensen 1999). *Limnospila frontosa* er en forholdsvis varmekrevende art som er mest vanlig i relativt næringsfattige og kalkfattige innsjøer. Den tåler antagelig mindre predasjon fra planktonspisende fisk enn f.eks. *Daphnia cristata*, men er likevel relativt motstandsdyktig mot predasjon.

Tabell 5. Middellengder og variasjonsbredden av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Lisjøen og Agsjøen i 2004.

	Middellengde, mm	Variasjonsbredde, mm	Ant. individer målt
Lisjøen:			
<i>Daphnia cristata</i>	1,01	0,82 – 1,24	41
<i>Bosmina longispina</i>	0,43	0,36 – 0,50	37
Agsjøen:			
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1,07	0,86 – 1,26	19
<i>Holopedium gibberum</i>	1,12	0,94 – 1,36	22

Dyreplanktonet i Agsjøen hadde en sammensetning som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer med et markert predasjonspress fra planktonspisende fisk. Krepsdyrplanktonet var dominert av vannloppene *Diaphanosoma brachyurum* og *Holopedium gibberum*, de cyclopoide hoppekrepsene *Thermocyclops oithonoides* og *Mesocyclops leuckarti* samt den calanoide hoppekrepsen *Heterocope appendiculata*. *D. brachyurum* representerte en høy andel sammenlignet med det en vanligvis finner i ”klarvannssjøer”. Det kan synes som dette er typisk for en del humussjøer, og det kan trolig henge sammen med artens evne til å ernære seg av bakterier (se f.eks. Hessen et al. 1989).

2.1.4 Vannvegetasjon

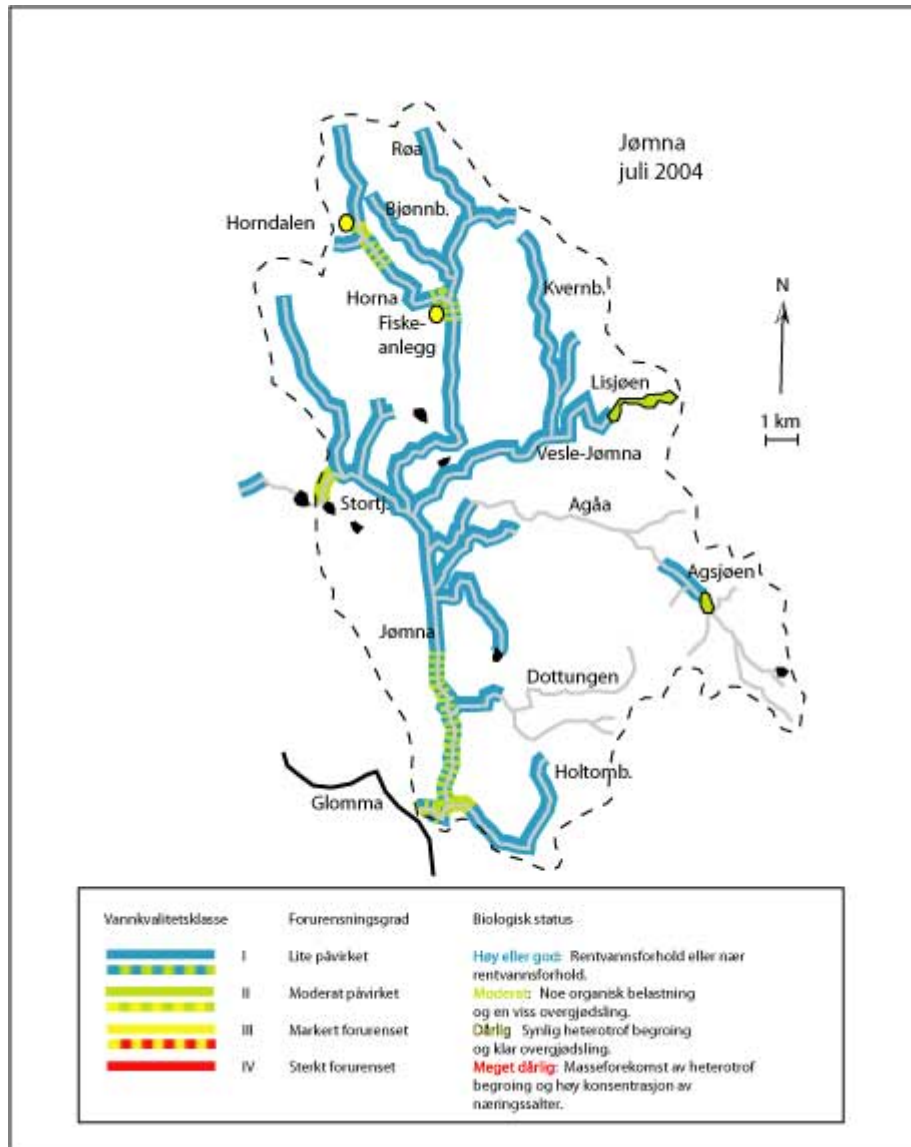
Det ble ikke gjennomført noen form for systematisk kartlegging av vannvegetasjonen i de to innsjøene i forbindelse med denne undersøkelsen. Vi merket oss imidlertid at gruntområder langs land spesielt i Agsjøen hadde en velutviklet vegetasjon med sivbelter, langskuddsplanter og flytebladsplanter. Vi har ikke noe sikkert belegg for å si at tilførsler fra menneskelig aktivitet, f.eks. fritidsbebyggelsen ved Kvasstadsætra, har ført til økt vekst av vannvegetasjon i Agsjøen. Det ville imidlertid være ønskelig om vegetasjonen hadde blitt nærmere kartlagt og om mulig sammenlignet med tidligere observasjoner, f.eks. eldre flyfotos.

2.2 Jømna med sidebekker

2.2.1 Biologiske feltobservasjoner

Jømna-vassdraget består av selve hovedvassdraget Jømna samt 4 større tilløpsbekker: Nistilen, Horna, Vesle-Jømna og Agåa. Generelt sett var Jømna-vassdraget lite påvirket av forurensning da befaringen ble gjennomført, men deler av Horna og nedre del av hovedvassdraget var noe overgjødslet.

- Samtlige av de elve- og bekkestrekninger der det ble utført biologiske feltobservasjoner hadde levedyktige bestander av moderat og/eller litt forsuringsfølsomme makrobunndyr. Bl.a. indikerte stor tetthet av arter tilhørende døgnflueslektene *Baetis* og *Heptagenia* godt bufret vann dvs. at det ikke ble påvist noen skadeeffekter som skyldtes tilførsel av surt vann.
- Det ble ikke påvist elve- og/eller bekkestrekninger med skadeeffekter av miljøgifter med akutteffekter, dvs. lokaliteter hvor flora og/eller fauna manglet, eller strekninger der det ble påvist død fisk og/eller døde bunndyr.
- Det ble ikke observert elve- og/eller bekkestrekninger med så stor forekomst av jernhydroksid/oker ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) at dette medførte skadeeffekter ("giftig jern"). Litt jernforbindelser som var visuelt fremtredende og som bidro til litt blakket /misfarget vann var det likevel i bekken som kommer fra Stortjernet. Videre rent lokalt der det kom ut vann fra grøftesystemer fra jorder. Den biologiske status i bekken som kommer fra Stortjernet ble vurdert som moderat.
- Det ble ikke påvist elve- eller bekkestrekninger som var direkte forurenset, dvs. der det var synlig heterotrof begroing og vond lukt. Likevel var et bekkesig ved Horndalen samt utløpet fra Horna fiskeanlegg markert forurenset av lettnedbrytbart organisk stoff og næringssalter. Lokalitetene er vist med gule ringer i Figur 4, og her vurderte vi den biologiske status som dårlig.
- De deler av Jømna-vassdraget som avvanner eller renner gjennom større skogområder uten fast bosetting hadde rentvannskarakter (Vannkvalitetsklasse I) med flora og fauna i samsvar med forventet naturtilstand. Der det er fast tilhold av bever, kan en imidlertid rekne med at vassdraget tilføres en del ekstra næringssalter, og at forekomsten av fekale bakterier øker. Vi vurderte likevel den biologiske status i disse bekkene som god.
- Horna var på strekningen like nedstrøms utslippet fra Horna fiskeanlegg samt langs en kortere strekning i Horndalen litt overgjødslet tilsvarende vannkvalitetsklasse I-II. Her var det økt forekomst av fastsittende tråformete grønnalger. Vi vurderte likevel den biologiske status som god da floraens og faunaens sammensetning (biodiversitet) var i nært samsvar med forventet naturtilstand.
- Nedre del av selve Jømna, en strekning på ca. 6 km, var også noe påvirket av næringssaltforurensning (overgjødsling) tilsvarende vannkvalitetsklasse I-II. Også her var det økt forekomst av fastsittende alger, og økt tilførsel av næringssalter hadde bidratt til økt produksjon av planter og dyr. Til tross for at nedre del av Jømna var noe overgjødslet, vurderte vi den biologiske status som god da floraens og faunaens sammensetning (biodiversitet) var i nært samsvar med forventet naturtilstand.
- Nedre del av Holtomsbekken der den passerer boligområdet ved Myrvoll, var synlig overgjødslet, og her var det stor forekomst av fastsittende alger. Den berørte bekkestrekningen ble vurdert som moderat påvirket av næringssaltforurensning tilsvarende vannkvalitetsklasse II, og den biologiske status ble vurdert som moderat.



Figur 4. Forurensningssituasjonen i Jømna-vassdraget i juli 2004, vurdert ut fra de biologiske forhold. Vannforekomster som ikke er vurdert er markert med svart (innsjøer og tjern) og grått (bekker).

2.2.2 Kjemiske og bakteriologiske forhold

Resultatene av de vannkjemiske og hygienisk/bakteriologiske målingene er gitt i Tabell 6. En klassifisering av tilstanden (vannkvaliteten) skal i utgangspunktet baseres på flere målinger gjennom året eller eventuelt gjennom sommerhalvåret (jfr. SFT 1997). Dette fordi variasjonen i konsentrasjonene av ulike stoffer kan være stor over tid, både av naturlige årsaker (årstidsvariasjoner, nedbør, avrenningsmønster) og som følge av variasjoner i tilførslene fra jordbruk, industri og menneskelige aktiviteter forøvrig. Likevel har vi valgt å vise tilstandsklasser for de ulike delene av vassdraget og for ulike målevariabler for å kunne anskueliggjøre Jømna-vassdragets vannkvalitet på dette tidspunktet sett i forhold til de offisielle normene for vannkvalitet i Norge (SFT 1997, Figur 5).

Generell vannkjemi

Vannet i Jømna med sidebekker var i hovedsak nøytralt eller svakt basisk (pH 6,7-7,4) og hadde god til meget god bufferevne mot forsuring (alkalitet 0,17-0,44 mmol/l), dvs. tilstandsklasse I med hensyn til pH og alkalitet. Høyest alkalitet og best bufferevne hadde Nistilen, Horna og Hagabekken, mens Bjørnbekken, Dottungen og Agåa hadde lavest alkalitet. Lokalitetene med best bufferevne var også de som hadde de høyeste konsentrasjonene av løste salter (konduktivitet).

Tabell 6. Resultater av vannkjemiske og hygienisk/bakteriologiske målinger i Jømna-vassdraget den 17-18. juli 2004. Tilstandsklasser ut fra middelverdier for alle stasjoner er også gitt.

	pH	Alkalitet	Kond.	Turbiditet	Fargetall	Tot-P	Tot-N	E. coli
		mmol/l	mS/m	F.N.U.	mg Pt/l	µg P/l	µg N/l	ant./100 ml
St. 1	7,3	0,341	6,31	1,8	56	10,2	705	27
St. 2	7,1	0,202	3,40	2,2	100	11,7	420	14
St. 3	7,3	0,427	7,98	1,3	41	6,4	719	200
St. 4	7,4	0,383	6,58	2,7	68	12,4	476	118
St. 5	6,7	0,212	3,66	2,0	82	13,5	467	890
St. 6	7,3	0,336	6,21	1,3	47	9,9	522	19
St. 7	7,3	0,407	7,72	1,1	36	8,3	1030	340
St. 8	7,3	0,433	7,59	2,5	42	7,5	572	53
St. 9	7,4	0,370	5,73	2,3	97	9,4	421	285
St. 10	7,0	0,170	4,05	3,7	94	19,3	396	52
St. 11	7,3	0,440	8,86	1,3	28	11,5	1280	13
Middel	7,2	0,338	6,19	2,0	63	10,9	637	183
Min	6,7	0,170	3,40	1,1	28	6,4	396	13
Maks	7,4	0,440	8,86	3,7	100	19,3	1280	890
St. avvik	0,2	0,099	1,84	0,8	27	3,5	283	261
Tilst.kl.	I	I		IV	IV	II	IV	III

Størstedelen av vassdraget var markert humuspåvirket (fargetall >40 mg Pt/l), og hadde relativt høye konsentrasjoner av partikler (turbiditet >2 F.N.U.). Vannkvaliteten kan betegnes som mindre god til dårlig (tilstandsklasse III-IV) med hensyn til partikler og mindre god til meget dårlig med hensyn til humuspåvirkning (tilstandsklasse III-V). Humuspåvirkningen er hovedsakelig naturlig betinget og skyldes først og fremst tilførsler av humusrikt vann fra de betydelige myr- og skogområdene i nedbørfeltet. De noe høye konsentrasjonene av partikler tilsier som nevnt vannkvalitetsklasse III-IV, men kan også til en viss grad være naturlig betinget bl.a. som følge av mye finsand i nedbørfeltet (vindavsetninger, se kapittel 1.2).

Næringssalter

Konsentrasjonene av total-fosfor varierte i området 6-19 µg P/l, dvs. tilstandsklasse I-III ("meget god" – "mindre god"). Høyest konsentrasjoner hadde Bjørnbekken og Agåa, mens Nistilen ved Lykkja og Horna ved Rv. 25 hadde de laveste konsentrasjonene. Konsentrasjonene av total-nitrogen varierte stort sett i området ca. 400-1280 µgN/l, dvs. tilstandsklasse III-V ("mindre god" - "meget dårlig"). Høyest nitrogen-konsentrasjoner hadde Nistilen ved Hernes og Hagabekken, mens de laveste konsentrasjonene ble målt i Bjørnbekken, Dottungen og Røa.

Konsentrasjonene av nitrogenforbindelser var betydelig høyere enn forventet naturtilstand (jfr. SFT 1995), mens konsentrasjonene av fosfor ikke var spesielt høye sammenlignet med en del andre humuspåvirkede skogsbekker i regionen (se f.eks. Løvik og Rognerud 2004). De relativt høye konsentrasjonene av nitrogen på flere av lokalitetene (> ca. 500 µg N/l) er nok i betydelig grad

forårsaket av avrenning fra dyrka mark og jordbruksaktiviteter eventuelt i kombinasjon med lekkasjer/overløp fra kloakksystemer eller sig fra separatanlegg i spredt bebyggelse. I et vassdrag som Jømna er næringssaltene i stor grad bundet i organisk materiale (humus). Forhøyede verdier av total-fosfor og total-nitrogen fører ikke derfor nødvendigvis til markert økning i algeveksten, men er heller et uttrykk for mer næringstilgang for bakterier og bunndyr. Dette er en vesentlig årsak til at vi får ulike vannkvalitetsklasser på grunnlag av undersøkelser av biologiske forhold og av vannkjemi. De biologiske vannkvalitetsklassene relateres til avvik fra naturtilstanden, mens de kjemisk baserte klassene mer relateres til vannets egnethet for ulike brukerinteresser.

Hygienisk/bakteriologiske forhold

Det ble påvist fekale indikatorbakterier ("tarmbakterier") på alle prøvelokalitetene, med konsentrasjoner i området ca. 10-900, dvs. tilstandsklasse II-IV ("god"- "dårlig"). Konsentrasjoner på over 200 bakt./100 ml kan betegnes som nokså høyt. Til sammenligning kan nevnes at vann med konsentrasjoner høyere enn 100 bakt./100 ml karakteriseres som mindre egnet til friluftsbad, og at vann som skal brukes til drikkevann ikke bør inneholde tarmbakterier i det hele tatt (SFT 1997). Dette viser at vassdraget var klart påvirket av fersk fekal forurensning sannsynligvis både fra kloakk, sig fra husdyrgjødsel og avføring fra andre varmblodige dyr.

Det er kjent fra andre vassdrag hvor det f.eks. fins bever, at dette kan forårsake til dels høye konsentrasjoner av tarmbakterier. I Ljøra-vassdraget i Trysil ble det målt konsentrasjoner på inntil 130 bakt./100 ml (termotolerante koliforme bakterier), hvor den mest sannsynlige forklaringen var at dette skyldtes avføring fra bever (Kjellberg og Romstad 1989). Trolig kan den dårlige hygienisk/-bakteriologiske vannkvaliteten i Jømna-vassdraget også på enkelte lokaliteter delvis være forårsaket av bever. Det er høyst sannsynlig at også menneskeskapte forurensninger (kloakk/avføring fra husdyr) har bidratt. I et så lite vassdrag som Jømna, og ikke minst i sidebekkene, skal det lite til av fekal forurensning før det gir seg relativt store utslag i bakterietallene. De høyeste bakterietallene ble påvist i Agåa, Hagabekken, Røa og Nistilen før samløp med Horna.

Lokalitet	pH	Alk	Turb	Farge	Tot-P	Tot-N	Tarmbakt	Samlet
St. 1 Jømna v. Rv. 3								
St. 2 Dottungen								
St. 3 Nistilen v. Lykkja								
St. 4 Horna v. Lykkja								
St. 5 Agåa								
St. 6 Vesle-Jømna								
St. 7 Hagabekken								
St. 8 Horna v. Rv. 25								
St. 9 Røa								
St. 10 Bjørnbekken								
St. 11 Nistilen v. Hernes								
<i>Middel alle stasjoner</i>								

Klasse I "Meget god" tilstand		Klasse IV "Dårlig" tilstand	
Klasse II "God" tilstand		Klasse V "Meget dårlig" tilstand	
Klasse III "Mindre god" tilstand			

Figur 5. Klassifisering av vannkvaliteten i Jømna-vassdraget på grunnlag av vannkjemiske og hygienisk/bakteriologiske målinger 17-18. juli 2004 i henhold til SFT's klassifiseringssystem.

2.3 Forslag til tiltak

- En forutsetning for at Jømna-vassdraget (med sidebekker og innsjøer) skal kunne opprettholde akseptabel vannkvalitet, god biologisk status og tilstrekkelig selvreningsevne er at tilførslene av næringssalter og lettnedbrytbart organisk stoff ikke øker, samt at en begrenser tilførselen av slike stoffer til Horna i Horndalen og til nedre del av Holtomsbekken.
- Det er viktig at de forurensningsbegrensende tiltakene, som er satt i verk i nedbørfeltet til Jømna-vassdraget, videreføres og ikke minst blir forbedret. Videre bør tilstand og funksjon til separatanlegg i spredt bosetting forbedres (jfr. Fylkesmannen i Hedmark/Hedmark fylkeskommune 2000). En bør også vurdere å knytte flere hustander til de kommunale nettene der dette er praktisk/økonomisk mulig. Videre er det viktig at jordbruket opprettholder årvåkenhet mot utslipp og gjennomfører tiltak for å hindre akuttutslipp og lekkasjer fra gjødselkjellere, melkerom, siloanlegg, frittliggende deponier med gjødsel og uteforplasser. Det er også viktig å begrense

lekkasje og transport av sprøytemiddelrester, næringssalter samt leir- og jordpartikler fra dyrka mark.

- Kantvegetasjonen langs vassdraget bør mest mulig opprettholdes/reetableres. En velutviklet kantvegetasjon/buffersone vil redusere lystilgangen. Dermed nedsettes produksjonen av fastsittende alger og høyere vegetasjon. Videre vil kantvegetasjonen også kunne redusere transporten av næringssalter og leir- og jordpartikler fra dyrka mark. Kantvegetasjonen representerer også en viktig viltbiotop, og den produserer organisk materiale (løvfall etc.) som kan bli næring for bunndyr og fisk.
- En bør ikke ta ut mer vann til jordvanning fra de mindre bekkene enn at biologisk mangfold og forsvarlig fortynningsevne kan opprettholdes.

3. Litteratur

Bargel, T.H. 1983. Elverum. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 2016 IV – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse Nr. 376. Skrifter 38 (Med fargetrykt kart). 46 s. + vedlegg.

Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. NIVA-rapport lnr. 2344. 111 s.

Bækken, T. og Kjellberg, G. 2004. Klassifisering av surhetsgrad og vurdering av forsurening i rennende vann basert på forekomst av makrobunndyr. Klassifiseringssystem tilpasset humusrike elver og bekker i østlandsområdet. NIVA-rapport lnr. 4923-2004. 13 s.

EU's Vanddirektiv 2000: Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy., European Union, The Council, PE-CONS 3639/00, ENV 221 CODEC 513, Brussel, 18 July 2000.

Faafeng, B., Hessen, D.O. og Brettum, P. 1991. Eutrofiering av innsjøer i Norge. Generelt om eutrofiering og resultater fra en landsomfattende undersøkelse i 1988 og 1989. SFT. Statlig program for forurensnings-overvåking. Rapport 497/92. TA 814/1992

Faafeng, B. og Fjeld, E. 1996. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Statistisk analyse av usikkerhet i sesongmiddelverdier. NIVA-rapport lnr. 3427-1996. 21 s.

Goffeng, G. 1974. Geologiske kart. Søndre Hedmark. Foreløpig presentasjon. Norges Landbrukshøyskole, Ås. 30 s. + vedlegg.

Hessen, D.O., Andersen, T. and Lyche, A. 1989. Differential grazing and resource utilization of zooplankton in a humic lake. Arch. Hydrobiol. 114: 321-347.

Hessen, D.O., Faafeng, B.A. and Andersen, T. 1995. Replacement of herbivore zooplankton species along gradients of ecosystem productivity and fish predation pressure. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 733-742.

Jensen, T.C. 1999. Økologi og utbredelse hos *Limnospira frontosa* (Cladocera) i Norge. Cand. scient.oppgave i limnologi. Biologisk institutt. Universitetet i Oslo. 117 s.

Kjellberg, G. og Romstad, R. 1989. Resipientundersøkelse i Ljørvassdraget i 1988. NIVA-rapport lnr. 2250. 31 s.

Kjellberg, G. 2004a. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Samlerapport for 2001 og 2002. NIVA-rapport lnr. 4816-2004. 165 s.

Kjellberg, G. 2004b. Tiltaksorientert overvåking i Nord-Odal kommune. Årsrapport for 2003. NIVA-rapport lnr. 4932-2004. 38 s.

Lindstrøm, E-A, Brettum, P., Johansen, S.W. og Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forurening. Effekter av kalking. NIVA-rapport lnr. 4821-2004. 133 s.

Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 2004. Overvåking av vannkvalitet og biologiske forhold i Randsfjorden med tilløpselver. Datarapport for 2003. NIVA-rapport lnr. 4817-2004. 41 s.

Løvik, J.E. og Rognerud, S. 2004. Overvåking av vannkvalitet i Regionfelt Østlandet. Datarapport for 2003-2004. NIVA-rapport lnr. 4921-2004. 33 s.

SFT 1995. Miljømål for vannforekomstene. Forventet naturtilstand. SFT-veiledning 95/04. 41 s.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97/04. 31 s.

4. Vedlegg

Tabell Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Lisjøen.

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2004	2004	2004
	Måned	7	8	9
	Dag	26	10	29
	Dyp	0-5 m	0-5 m	0-5 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				
Chroococcus limneticus		.	1,6	.
Merismopedia tenuissima		6,5	4,3	2,0
Snowella lacustris		.	0,6	.
Sum - Blågrønnalger		6,5	6,5	2,0
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Ankistrodesmus falcatus		2,4	2,8	2,0
Botryococcus braunii		8,8	19,6	17,5
Chlamydomonas sp. (l=12)		0,1	.	0,2
Chlamydomonas sp. (l=8)		1,9	2,1	1,9
Cosmarium sp.		.	0,4	.
Crucigenia quadrata		.	.	1,2
Dictyosphaerium pulchellum		.	.	2,8
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		1,4	0,4	1,1
Gloeotila sp.		2,7	4,6	.
Gyromitus cordiformis		0,4	0,6	0,4
Koliella sp.		0,3	0,6	1,0
Monoraphidium dybowskii		2,3	6,8	4,9
Monoraphidium griffithii		10,3	9,1	12,6
Oocystis submarina v. variabilis		0,8	0,4	1,9
Pediastrum primum		0,9	.	.
Spermatozopsis exsultans		0,2	.	.
Sphaerocystis Schroeteri		.	0,2	.
Staurodesmus cuspidatus v. curvatus		.	0,6	.
Staurodesmus indentatus		.	.	0,5
Staurodesmus triangularis		0,3	0,5	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		1,8	0,9	.
Ubest.ellipsoidisk gr.alge		.	4,2	2,9
Sum - Grønnalger		34,6	53,8	50,7
Chrysophyceae (Gullalger)				
Bitrichia chodatii		0,3	0,6	1,3
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		.	0,4	.
Chrysococcus cordiformis		4,5	1,3	1,6
Craspedomonader		0,1	.	1,3
Dinobryon bavaricum		.	.	8,6

Dinobryon borgei	0,4	0,2	3,4
Dinobryon crenulatum	0,8	1,2	.
Dinobryon sociale	0,4	.	.
Dinobryon sociale v.americanum	0,8	.	.
Løse celler Dinobryon spp.	1,2	.	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	0,5	11,7	2,1
Mallomonas allorgei	36,3	62,5	6,8
Mallomonas caudata	6,1	3,6	10,5
Mallomonas cf.crasssquama	1,1	.	1,5
Mallomonas spp.	.	3,7	.
Ochromonas sp.	2,4	7,7	2,4
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	8,7	6,0	8,2
Små chrysomonader (<7)	39,8	38,2	31,7
Stichogloea doederleinii	6,1	.	.
Store chrysomonader (>7)	12,9	18,1	9,5
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0,3	1,7	1,0
Ubest.chrysophyceae	.	.	0,1
Uroglena americana	.	.	2,4
Sum - Gullalger	122,6	156,9	92,3

Bacillariophyceae (Kiselalger)

Asterionella formosa	0,4	0,2	.
Aulacoseira alpigena	1,4	3,6	1,4
Cyclotella glomerata	.	.	0,8
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	2,4	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	6,9	2,4	1,0
Rhizosolenia longiseta	0,8	0,4	.
Stephanodiscus hantzschii	.	.	1,3
Tabellaria fenestrata	0,4	2,1	.
Tabellaria flocculosa	0,4	0,6	.
Sum - Kiselalger	10,3	11,7	4,5

Cryptophyceae (Svelgflagellater)

Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	1,8	1,8	0,7
Cryptomonas marssonii	0,6	0,8	.
Cryptomonas sp. (l=15-18)	.	.	1,1
Cryptomonas sp. (l=20-22)	13,6	12,1	6,0
Cryptomonas spp. (l=24-30)	.	0,5	0,5
Katablepharis ovalis	11,0	9,1	0,5
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	4,3	7,3	2,7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	2,0	2,4	3,1
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	4,5	6,0
Sum - Svelgflagellater	33,4	38,5	20,5

Dinophyceae (Fureflagellater)

Gymnodinium cf.lacustre	5,6	4,6	.
Gymnodinium cf.uberrimum	3,3	23,2	8,7
Gymnodinium sp. (l=14-16)	3,1	3,1	.
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	5,4	.	.
Ubest.dinoflagellat	1,9	2,8	0,5
Sum - Fureflagellater	19,2	33,7	9,2

Euglenophyceae (Øyealger)

Trachelomonas volvocina	4,6	11,6	5,9
Sum - Øyealger	4,6	11,6	5,9

My-alger

My-alger	17,4	23,2	22,6
Sum - My-alge	17,4	23,2	22,6

Sum totalt : 248,7 335,9 207,6

Tabell Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Agsjøen

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³
våtevekt)

År 2004
Måned 8
Dag 10
Dyp 0-2 m

Cyanophyceae (Blågrønnalger)

Merismopedia tenuissima	6,0
Sum - Blågrønnalger	6,0

Chlorophyceae (Grønnalger)

Botryococcus braunii	6,0
Crucigenia quadrata	0,3
Crucigenia tetrapedia	10,6
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	1,0
Monoraphidium dybowskii	1,6
Oocystis rhomboidea	2,0
Oocystis submarina v. variabilis	9,9
Sphaerocystis Schroeteri	0,2
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	7,0
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	5,8
Sum - Grønnalger	44,4

Chrysophyceae (Gullalger)

Bicosoeca sp.	0,1
Bitrichia chodatii	0,7
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	9,4
Chrysococcus cordiformis	2,4
Craspedomonader	0,5
Dinobryon borgei	0,3
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	1,1

Mallomonas allorgei	0,5
Mallomonas spp.	5,9
Ochromonas sp.	8,2
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	4,8
Små chrysomonader (<7)	34,8
Store chrysomonader (>7)	15,5
Ubest.chrysophyceae	0,1
Sum - Gullalger	84,2
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
Cryptomonas marssonii	2,8
Cryptomonas sp. (l=20-22)	16,5
Katablepharis ovalis	3,2
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	29,5
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	47,1
Sum - Svelgflagellater	99,1
Dinophyceae (Fureflagellater)	
Gymnodinium cf.lacustre	0,8
Gymnodinium cf.uberrimum	17,4
Gymnodinium sp. (l=14-16)	0,7
Ubest.dinoflagellat	0,5
Sum - Fureflagellater	19,4
My-alger	
My-alger	74,1
Sum - My-alge	74,1
Sum totalt :	327,2

Vurderingssystem brukt ved biologiske feltobservasjoner

Vurdering og klassifisering av forurensningsgrad gjøres ut fra avvik i forhold til kjent eller forventet naturtilstand. Dvs. at vi forsøker å skille effekten av menneskelig påvirkning fra naturgitte variasjoner (se også SFT's "Miljømål for vannforekomstene" (Bratli 1995)). Videre vurderes økologisk status i forhold til satte miljømål om slike finnes. En biologisk befaring er en god kontroll på om fastsatte miljøkvalitetsmål er nådd. EU's rammedirektiv for vannforekomster krever at forurensningsgrad og påvirkningsgrad mest mulig skal bli vurdert ut fra biologiske kriterier og vurderes som avvik fra den "naturlige" tilstanden. Som regel ønsker en å beholde en vannkvalitet og økologisk status som er lik eller tilnærmet lik forventet naturtilstand (se SFT's "Miljøkvalitetsmål for vannforekomstene" (Bratli et al. 1998, Hauan og Størset 1997)). Med forventet naturtilstand menes ifølge DN og SFT (1997) den økologiske status (miljøkvalitetstilstand) en ville ha hatt i vassdraget/lokaliteten om det/den ikke hadde vært påvirket av menneskelige aktiviteter. Dersom avviket er stort og naturgitte biologisk mangfold er klart redusert eller forandret, betegner vi vassdraget/lokaliteten som forurenset og at vassdraget/lokaliteten ikke har akseptabel (dvs dårlig eller meget dårlig) økologisk status. Er høyere biologisk liv utslått, betegnes vassdraget/lokaliteten som totalskadd. Der avviket er lite eller moderat, men faglig dokumenterbart, og det biologiske mangfoldet i liten grad er blitt forandret, bruker vi benevnningen påvirket. Påvirket tilsvarer "ubetydelig forurenset" og "Moderat forurenset" i SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (se SFT 1977).

For at resultatene skal bli mer oversiktlige og anvendbare benytter vi fire biologisk relaterte klasser (klasse I-IV) som beskriver økologisk status (Kjellberg et al. 1985). Klassifiseringen er i så stor grad som mulig forsøkt tilpasset SFT's klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Klassifiseringen skjer på bakgrunn av økologisk status og forurensningsgrad med hensyn til påvirkning av lettnedbrytbart organisk stoff (forråtnelse/saprobiering) og næringssalter (overgjødning/eutrofiering). Evt. giftpåvirkning og skadeeffekt av forurensning blir også vurdert. Det er også lagt vekt på fiskeforhold og mer hygieniske aspekter. De ulike klasser og overgangssoner er markert med farger slik at forurensningssituasjonen generelt kan visualiseres på et fargekart. Klasse I betegner rentvannsforhold der menneskelig (antropogen) forurensningspåvirkning på det biologisk liv ikke kan dokumenteres eller er liten. Klasse II angir vannforekomster som er moderat påvirket, men der flora og fauna stort sett har arter i samsvar med de naturgitte forhold. Som regel er det økt produksjonskapasitet i disse lokaliteter og økt forekomst av mer tolerante arter. Klasse III og IV angir vannforekomster som er mer markert forurenset og der naturgitt biodiversitet er redusert og til dels har gått tapt. Disse lokaliteter oppfattes også av folk flest som forurenset. Overgangssonene benyttes der det er vanskelig å vurdere hvilken klasse (lav eller høy) som skal benyttes. For mer inngående informasjon vises til Kjellberg et al. (1985).

Ved vurdering av om resipientkapasitet/tålegrense er overskredet eller ikke har vi satt forurensningsklasse II (grønn markering) som normgivende økologisk status i småbekker som renner gjennom jordbruksområder (inkl. støler og beitemarker) og mer bebygde områder (inkl. turistanlegg og hytteområder). Dvs. at klasse I (blå markering), I-II (blågrønn markering) og II (grønn markering) bedømmes som akseptabel tilstand økologisk sett, mens klasse II-III (grønn-gul markering) og klassene over anses som ikke akseptabel økologisk status. Øvrige deler av vassdraget bør ikke være så forurensningspåvirket at de har en økologisk status som overskrider forurensningsklasse I (blå markering). Disse normene medfører at naturgitt biodiversitet kan opprettholdes i det meste av vassdraget, men det vil kunne være en viss forurensningspåvirkning i småbekkene som renner gjennom beiteområder, dyrka mark og mer befolkede områder. Det blir likevel ikke akseptert at det forekommer direkte forurensede elve- og bekketrekkninger, med synlig heterotrof begroing og til tider sjenerende lukt pga. forråtnelsesprosesser. Om vi bruker disse normene som miljøkvalitetsmål, vil bekkene og særlig elvene i vassdraget kunne opprettholde en økologisk status som er i samsvar med rentvannsforhold og naturgitt tilstand. Videre vil også vassdraget generelt sett (av folk flest) oppfattes som rent.

Vurderingsgrunnlag

Lokalitetstype	Akseptabel tilstand
Elver og større bekker.	Forurensningsklasse I (blå markering).
Småbekker som drenerer lite berørte områder.	Forurensningsklasse I (blå markering).
Småbekker i bebygde områder og/eller i jordbruksområder.	Forurensningsklasse II (grønn markering) eller bedre.

Forurensningsklasse II-III (grønn-gul markering) og høyere aksepteres ikke i noen del av vassdraget.

Litteratur vedrørende vurderingssystem ved biologiske befaringsundersøkelser.

- Bratli, J.L. 1995. Miljømål for vannforekomstene. Forventet naturtilstand. SFT-veiledning Nr.95:04. TA-1141/1995. 43 s.
- Bratli, J.L. et al. 1998. Miljømål for vannforekomstene. Hovedveiledning. SFT-veiledning Nr.95:05. TA-1142. 54 s.
- Direktoratet for Naturforvaltning og Statens Forurensningstilsyn. 1997. Miljømål for vannforekomstene. Forslag til retningslinjer for kommunal fastsetting av miljømål og miljøkvalitetsnormer. 16 s.
- EU's Vanndirektiv 2000: Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy., European Union, The Council, PE-CONS 3639/00, ENV 221 CODEC 513, Brussel, 18 July 2000.
- Garnås, E. og Gunnerød, T.B. 1982. Fiskeribiologiske undersøkelser i regulerte vatn i Åbjøravassdraget i 1981. DN-Reguleringsundersøkelser. Rapp. 8-1982. 101 s.
- Hauan, E. og Størset, L. 1997. Miljømål for vannforekomstene. Retningslinjer og anbefalte miljøkvalitetsnormer. SFT-veiledning Nr.97:02. TA-1500/1997. 19 s.
- Kjellberg, G., Rognerud, S. og Gillund, O. 1985. Basisundersøkelse i Trysilelva 1981-1984. NIVA-rapport lnr. 1816. 103 s.
- Kjellberg, G., Hegge, O., Lindstrøm, E.-A. og Løvik, J.E. 2000. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1999. NIVA-rapport lnr. 4170-2000. 127 s.
- Kjellberg, G. 2000. Biologisk befaringsundersøkelse i Viggavassdraget i Gran og Lunner kommuner 16. og 17. september 2000. NIVA-rapport lnr. 4305-2000. 40 s.
- Lindstrøm, E.-A. 1993. Økende grønske i norske vassdrag. Resultater av en spørreundersøkelse. NIVA-rapport lnr. 2859. 28 s.
- SFT 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. SFT-rapport 92:06, TA-905/1992. 30 s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr.97:04. TA-1468/1997. 31 s.